

⑬ 日本国特許庁 (JP)  
⑫ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開  
昭59-107596

⑨ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 05 K 3/46  
B 32 B 9/00  
C 04 B 39/00

識別記号

庁内整理番号  
6465-5 F  
2121-4 F  
7106-4 G

⑭ 公開 昭和59年(1984) 6月21日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑮ セラミック多層配線回路板

⑯ 特 願 昭57-216905  
⑰ 出 願 昭57(1982)12月13日  
⑱ 発 明 者 荻原覚  
日立市幸町3丁目1番1号株式  
会社日立製作所日立研究所内

⑲ 発 明 者 牛房信之  
日立市幸町3丁目1番1号株式  
会社日立製作所日立研究所内  
⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所  
東京都千代田区丸の内1丁目5  
番1号  
㉑ 代 理 人 弁理士 高橋明夫

明 細 書

発明の名称 セラミック多層配線回路板

特許請求の範囲

1. セラミック絶縁材料と、銅、銀、金又はこれらの合金の導体パターンが交互に積層されたセラミック多層配線回路板において、セラミック絶縁材料は結晶形の異なる酸化ケイ素を少なくとも2種以上含み、それらの酸化ケイ素の隙間にガラスが介在していることを特徴とするセラミック多層配線回路板。

2. 前記酸化ケイ素が、石英ガラス、石英、クリストバライト又はトリゾファイトであることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のセラミック多層配線回路板。

3. 前記セラミック材料は、比誘電率が6以下であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のセラミック多層配線回路板。

発明の詳細な説明

(発明の利用分野)

本発明はセラミック多層配線回路板に係り、特

にセラミック絶縁材料と銅、銀、金又はこれらの合金の導体パターンが交互に積層された低比誘電率で、かつ導体抵抗の小さいセラミック多層配線回路板に関する。

(従来技術)

従来、この種の回路板に用いられるセラミック板としては熱伝導率、機械的強度、電気絶縁性などの点からアルミナ磁器が採用されている。

しかしながら、高アルミナセラミックスは比誘電率が9前後と大きく熱そのため、電子回路の信号伝送速度が遅く、回路信号の高速伝送に対して不利になる。また、高アルミナセラミックスの焼成温度は1500～1650℃と高温であり、配線回路をセラミックスの焼成と同時に形成するために適用できる導体はタングステンまたはモリブデンなどの高融点金属材料に限定される。タングステン及びモリブデンは焼結しにくい材料であり、また、室温の抵抗も5.2または5.5  $\mu\Omega\text{-cm}$ と大きい。高密度に回路を形成する場合、配線幅が小さくなるため、単位長さ当りの抵抗が大きくなる。

このため電圧降下による信号の伝送速度が遅くなる。

このようなタングステン及びモリブデンの導体による問題点をなくし、銀、銅、金及びそれらの合金の配線回路をセラミックスの焼成と同時に形成するためにガラス質耐火材料とその間隙間ガラスよりなるセラミックス板が提案されている（特開昭50-119814号公報）。しかしこのセラミックス板の組成に基づいてセラミック多層配線回路板を製造する場合、セラミック板と導体との熱膨張係数を十分に調整することができないため、焼成後の冷却過程でセラミックスに亀裂が生じ、或は導体の断線又はショートを生じる問題が生じる。

〔発明の目的〕

本発明の目的は、セラミック絶縁材料と、銅、銀、金又はそれらの合金の導体パターンが交互に積層されたセラミック多層配線回路板において、セラミック材料の熱膨張係数を制御することによって配線に用いる導体ペーストとの適合性を高め、セラミックの亀裂及び導体の断線又はショートを

また、セラミック材料としては比誘電率の小さい材料が必要である。比誘電率 $\epsilon_r$ と電気信号遅れ $l_d$ との間には次式が成り立つことが知られている。

$$l_d = \frac{\sqrt{\epsilon_r} \cdot L}{c}$$

ここで $l_d$ は実質遅れ、 $\epsilon_r$ は材料の比誘電率、 $L$ は信号の伝送距離、 $c$ は光の速度である。したがって、比誘電率の小さい材料を選ぶことにより、信号の伝送速度を速くすることができる。

ここで本発明者らは、無機材料の中で比誘電率の小さいものとして酸化ケイ素に着目した。しかし酸化ケイ素のみでは1400℃以上でなければ焼結しないので低温焼結材料として低軟化点ガラスを用い、このガラスによって酸化ケイ素を焼結するようにしたものである。

即ち、酸化ケイ素は異なる結晶形からなる様々な化合物に分類される。例えば室温で安定な材料として石英ガラス、 $\alpha$ -石英、 $\alpha$ -クリストバライト、 $\alpha$ -トリジマイトなどがある。高温では

特開昭59-107596(2)

防止できるセラミック多層配線回路板を提供することにある。

〔発明の概要〕

本発明は、結晶形の異なる酸化ケイ素を少なくとも2種以上を含み、その間隙に介在するガラスとから構成されたセラミック材料と、銅、銀、金又はそれらの合金とからなる配線導体とを組合せることによつて、セラミック材料の熱膨張係数を配線導体の熱膨張係数に近い値に制御できるものとしたものである。

導電性のすぐれた導体材料として、銀( $1.6 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ )、銅( $1.7 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ )、金( $2.2 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ )が知られている。この材料の融点は各々、961℃、1083℃及び1063℃である。セラミック多層配線回路板にこれらの導体を使うためには、この融点より低温で焼結できるセラミック材料を選定しなければならない。導体材料の融点より高温で焼成すると、印刷法により形成された導体は溶解し、断線またはショートをおこす恐れがある。

さらに $\beta$ -石英、 $\beta$ -クリストバライト、 $\beta$ -トリジマイトなどがある。本発明ではこれらの結晶形の異なる酸化ケイ素の少なくとも2種以上を混合することによって特徴がある。混合する理由はセラミック材料の熱膨張係数を制御することにある。セラミック材料はその組成が失えると熱膨張係数も決まることが一般的である。本発明では結晶形の異なる酸化ケイ素を2種類以上混合し、低融点のガラスで焼結したセラミックスであるため、セラミックスの熱膨張係数を室温から400℃の範囲をとると $1 \times 10^{-6}/^\circ\text{C} \sim 20 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ まで任意に制御することが可能である。これは酸化ケイ素の結晶形により熱膨張係数が異なることによるためである。例えば、石英ガラスの熱膨張係数は $0.5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 、石英のそれは $12 \sim 15 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 、クリストバライトのそれは200℃までは $10 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ であるが、200℃付近で $\alpha$ -クリストバライトが $\beta$ -クリストバライトに相転移する際の異常熱膨張を加えると室温から400℃までの熱膨張係数は $2.9 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ に

になる。トリジマイトも $\alpha$ と $\beta$ の転移を加えると $23 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ の熱膨張係数をもつ。したがって、これらの酸化ケイ素の熱膨張係数を整理すると、第1表の如きものとなる。

第 1 表

酸化ケイ素の種類	熱膨張係数 ( $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )	
	25~200 $^{\circ}\text{C}$	25~400 $^{\circ}\text{C}$
石英ガラス	0.5	0.6
石英	12~15	12~15
クリストバライト	10	23
トリジマイト	10	23

このため、結晶形の異なる酸化ケイ素を2種以上混合することによつてセラミック材料の熱膨張係数を任意に調整することができる。

また多層配線回路板を作成するためには絶縁体であるセラミック材料間に配線導体が必要であり、さらにセラミック各層間の配線導体を接続するためのスルーホール用導体が必要である。導体に用いる銀、銅および金の熱膨張係数は各々 $1.91 \times$

スを混合して用いることもできる。なお、酸化鉛を含むガラスも低軟化点ガラスとして用いることもできる。

酸化ケイ素とガラスの混合比率は特に制限がない。但し、ガラスが少量すぎると酸化ケイ素を結合できなくなる。したがって酸化ケイ素の量は5~95重量%、理想的には20~80%が良い。

次に本発明の最終目的であるセラミック多層配線回路板を製作する工程を説明する。

まず、酸化ケイ素の2種類以上の粉末とガラス粉末を所定の混合割合で秤取し、結合剤、可塑剤及び溶剤とを混合してスラリーを製作する。結合剤はポリビニルブテラール樹脂、メタアクリル酸樹脂などが用いられ、可塑剤はフタル酸ジオクチル、溶剤はメタノール、トリクロルエチレンなどが用いられる。スラリーはポリエステル樹脂フィルムの上にドクターブレード法により0.1~1.0mmの厚さに流し出される。溶剤を乾燥除去することにより所定の厚さのグリーンセラミックシートが得られる。グリーンシートはパンチ法、ドリル法など

特開昭59-107596 (3)

$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、 $17.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 及び $14.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である。セラミックスの熱膨張係数はこれらの導体の熱膨張係数と蓋が大きすぎるなら焼成後の冷却過程でセラミックスに亀裂を生じたり、あるいは導体の断線を生じ多層回路板に不都合である。このためにも、セラミック材料の熱膨張係数は任意に選定できることが必要となる。本発明において、セラミック材料の熱膨張係数を導体の熱膨張係数に近似させることができる。

原料の粒度は粒子径が細いほどセラミック基板が密になり、表面の凹凸も小さくなる。理想的には粒子径が $10 \mu\text{m}$ 以下を用いる。

本発明において、上記のような酸化ケイ素を比較的低温度で焼結させるための低軟化点ガラスは化学的に安定であつて比誘電率が低く、導体として用いられる銅、銀、金又はそれらの合金の融点よりも低い温度で軟化するものがよい。このようなガラスとして、硼ケイ酸バリウム系ガラス、硼ケイ酸マグネシウム系ガラス等が好適な例として挙げることができるが、2種以上の低軟化点ガラ

により所定の位置に所定の径の穴が明けられ、さらに、穴の部分に銀、銅、金又はそれらの合金の導体ペーストが印刷され、配線導体の層間接続用のスルーホール導体部(第1図中2で示す)になる。グリーンシートの表面には所定の配線による導体(第1図中1で示す)パターンが印刷される。スルーホールと導体パターンが形成されたグリーンシートは(セラミックス、第1図中3で示す)多層の積層された後、焼成される。銅導体が印刷されたグリーンシートの焼成には酸素と水素の混合ガスと水蒸気の雰囲気を用いられる。焼成温度は $900 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ の範囲が望ましい。これは使用されたガラスの種類、原料の酸化ケイ素とガラスの混合比率により異なる。時間は最高温度で10分間から1時間保持すればよい。また、導体に銀または金が使用された場合には焼成に酸素ガスまたは空気雰囲気を用いることができる。これは銀または金が酸化されないことによる。焼成温度は銀の場合に $800 \sim 900^{\circ}\text{C}$ 、金の場合に $800 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ が理想的である。

以上のような工程を通して、スルホール導体と層間に導体配線をもつセラミック多層配線回路板が製造される。

〔発明の実施例〕

以下、本発明の実施例を説明する。各例中、部とあるのは重量部を、%とあるのは重量%を意味する。

原料に用いる低軟化点ガラスの組成とその特性を第2表に示す。

特開2005-107596(4)

表 2

例	組 成 ( 重 量 % )										特 性	
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	BaO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	AlPO <sub>3</sub>	MgF <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	軟化点 (℃)	比誘電率 (at 1MHz)
1	40~50	20~25	10~15	—	5~15	—	—	—	—	5~15	900~1000	5.0~6.0
2	20~30	15~20	5~10	—	30~50	—	—	—	—	5~15	700~800	4.5~5.6
3	20~30	15~20	5~10	—	40~60	—	—	—	—	—	700~800	4.0~5.0
4	15~30	10~20	—	20~25	30~50	—	—	—	—	—	650~740	4.8~5.8
5	20~30	15~23	—	25~30	20~30	—	—	—	—	—	750~800	5.0~5.7
6	35~50	5~15	—	7.5~15	25~40	—	—	0~0.1	0~0.1	—	700~800	4.1~4.5
7	40~60	5~15	—	5~15	20~30	—	—	1~4.5	1~4.5	—	650~750	4.5~5.3
8	20~40	—	—	—	20~40	20~40	5~15	—	—	—	650~750	4.0~5.0
9	60~80	0~2	—	—	20~30	—	—	1~3	1~3	—	700~800	4.0~5.0
10	30~50	—	—	—	20~40	20~40	—	—	—	—	730~820	4.0~5.0
11	30~40	15~20	5~10	—	30~50	—	—	—	—	—	700~800	4.0~5.0
12	35~45	5~15	2.5~7.5	—	30~50	—	—	1.5~5	—	—	650~750	4.6~5.0

セラミック材料の基本となる低軟化点ガラス、酸化ケイ素の混合比率と焼結温度及び焼結体の特性を表3に示す。表4から明らかなように、得られる焼結体の比誘電率は4.0～5.0で大差がないが、熱膨張係数は $3.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ から $10.8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ まである。酸化ケイ素とガラスとの混合比率、酸化ケイ素の濃度をかえることにより熱膨張係数を制御することが可能である。

表 3 表 - 2

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
7	50	50	70	80	90	12	40	40	40	60
石英ガラス	50	50	70	80	90	12	40	40	40	60
石英	30	10	15	10	5	50	40	30	20	20
石英	20	40	15	10	5	10	20	30	40	20
850	850	800	800	800	800	850	800	800	800	800
4.5	4.5	4.6	5.0	5.0	5.0	4.0	4.3	4.6	4.8	4.7
5.2	8.0	5.1	4.8	4.5	3.5	4.5	6.4	8.5	9.0	5.0

表 3 表 - 3

32	33	34	35	36	37	38	39	40
12	90	60	60	60	60	60	60	60
石英ガラス	80	90	60	60	60	60	60	60
石英	5	5	20	10	10	20	10	20
石英	15	5	20	30	30	20	30	20
800	800	800	800	800	800	800	800	800
4.7	4.5	4.6	4.7	4.3	4.2	4.4	4.2	4.7
6.2	6.1	5.3	6.3	6.1	5.0	6.0	5.2	8.0

特開昭59-107596(5)

表 3 表 - 1

No.	混 合 比 (重量%)				名 称	量	名 称	量	名 称	量	焼 結 温 度 (°C)	特 性	
	低軟化点ガラス		酸 化 ケ イ 素									比誘電率	熱膨張係数 (10 <sup>-6</sup> /°C)
	ガラス	灰	量	素									
14	4	60	石英ガラス	35	石英	5	800	4.0	3.2				
15	"	"	"	30	"	10	"	4.2	4.0				
16	"	"	"	20	"	20	"	4.5	5.5				
17	"	"	"	10	"	30	"	4.5	7.0				
18	"	"	"	5	"	35	"	5.0	7.8				
19	"	40	"	30	"	30	900	4.2	6.3				
20	"	40	"	10	"	50	"	4.8	8.2				

第 3 表 - 4

41	2	60	石英	20	トリジヤ イト	20	800	4.7	8.2
42	"	60	クリストパ ライト	20	トリジヤ イト	20	"	4.8	7.0
43	5	"	石英ガラス	10	クリスト ペライト	30	850	4.5	6.0
44	"	"	"	20	"	20	"	4.5	5.2
45	"	"	"	20	トリジヤ イト	20	"	4.6	5.1
46	"	"	石英	20	クリスト ペライト	20	"	5.0	8.2
47	"	"	"	20	トリジヤ イト	20	"	4.9	8.3
48	"	"	クリストパ ライト	20	"	20	"	4.8	7.5

第 3 表 - 5

49	7	60	石英ガラス	10	石英	20	800	4.5	6.0
50	"	60	石英ガラス	5	クリスト ペライト	10	"	4.6	7.5
51	"	50	石英ガラス	3	クリスト ペライト	15	"	4.5	9.5
52	"	40	"	5	"	55	850	4.6	10.3
53	"	30	"	5	クリスト ペライト	65	900	4.6	8.2
54	12	50	石英	45	"	5	850	4.5	9.7
55	"	50	クリストパ ライト	25	トリジヤ イト	25	"	4.8	7.5

特開昭59-107596 (6)

## 実施例 1

第3表の混合比率でセラミックス原料を100部秤取し、ボールミルに入れて24時間混合する。さらに、ポリビニルブチラール樹脂6.0部、フタル酸ジオクチル2.4部、トリクロルエチレン23.0部、パークロルエチレン9.0部及びブチルアルコール6.0部を入れ、再びボールミルで10時間混合する。これにより混合物はスラリーになる。スラリーはドクターブレードを用いてポリエステルフィルム上に連続的に厚さ0.25mmに成形する。最高温度120℃で加熱して溶剤類を揮散させグリーンシートにする。グリーンシートを所定の形状に切断する。パンチ法により所定の位置にスルーホールを明け、銀の導体ペーストを印刷法によりスルーホール内に配線の層間接統用の導体を形成する。また、シートの表面に所定パターンの配線導体を印刷する。銀の導体が印刷された6枚のグリーンシートをガイド穴を用いて積み重ね、120℃で10Kg/cm<sup>2</sup>の圧力で接合する。

接合したグリーンシートを折詰めして、空気雰

囲気中で焼成する。焼成温度は第3表の焼結温度で、約30分間保持して焼成する。

以上の工程により導体層数6層のセラミック配線回路板を得る。この回路板は導体に銀が用いられているので配線幅80μm、配線の抵抗は0.4Ω/cmである。

## 実施例 2

第3表の混合比率でセラミックス原料100部を秤取し、ボールミルに入れて24時間混合する。さらにメタクリル樹脂5.9部、フタル酸ジオクチル2.4部、トリクロルエチレン23.0部、パークロルエチレン9.0部、ブチルアルコール6.0部を入れ、再びボールミルで10時間混合する。これにより混合物はスラリーになる。スラリーはドクターブレードを用いてポリエステルフィルム上に連続的に厚さ0.25mmに成形する。シートは最高温度120℃で加熱し、溶剤類を揮散させグリーンシートをつくる。グリーンシートは所定の形状に切断し、パンチ法により所定の位置にスルーホールと、ガイド穴を形成する。銅の導体ペー

ストを層間の接合用にスルーホールに詰め、グリーンシートの表面に配線パターンを形成する。銅の導体ペーストが形成された6枚のグリーンシートはガイド穴を用いて重ね、120℃で15Kg/cm<sup>2</sup>の圧力で接合する。

積層したグリーンシートを加熱して、焼成する。焼成雰囲気は水素を3~7%含む窒素雰囲気、ガス中にわずかな水蒸気を導入し、有機結合剤の熱分解を促進させる。第3段の焼結温度で焼成し、セラミックスを得る。

以上の工程により、導体層数6層の配線回路板を得た。この回路板には配線に銅が用いられているので線幅80μmの配線抵抗は0.4Ω/cmである。

#### 実施例3

実施例1と同様にグリーンシートを作製し、導体に全ペーストを採用した。実施例1と同様に空気雰囲気中で焼成した。

導体層数6層の配線回路板の配線抵抗は線幅80μmで0.45Ω/cmである。

#### 【発明の効果】

本発明によれば、比誘電率が低く、焼結温度が銀、銅、金又はそれらの合金の融点以下とすることができ、配線抵抗の小さい導体を用いることができ、また熱膨張係数を $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ~ $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度の範囲内で調整できるので、信号の伝達速度が速く、かつ亀裂や導体の断線及びショートのないセラミックス多層配線回路板を得ることができる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係るセラミックス多層配線回路板の断面図である。

1…セラミックス、2…スルーホール導体部、3…導体。

代理人 弁理士 高橋明夫



第1図

